



Arbeitsheft Physiologie

Klaus Golenhofen

2., aktualisierte Auflage

Prof. Dr. med. Dr. h.c. Klaus Golenhofen
Physiologisches Institut der Universität
Deutschhausstraße 2
35037 Marburg

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Autoren und Verlag haben sich bei der Zusammenstellung der Fragen, bei der Zuordnung der Lösungen und bei der Kommentierung von Fragen und Lösungen um größtmögliche sachliche Richtigkeit bemüht. Dennoch wird eine Gewähr für die in diesem Band enthaltenen Angaben nicht übernommen.

Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden **nicht** besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um einen freien Warennamen handelt.

Das Werk einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 2009 Georg Thieme Verlag KG
Rüdigerstraße 14
D-70469 Stuttgart
Unsere Homepage: <http://www.thieme.de>

Umschlaggestaltung: Thieme Verlagsgruppe
Umschlagfoto: Studio Nordbahnhof Stuttgart
Satz: Graphik & Text Studio, Barbing
Druck: Wesel-Kommunikation
Printed in Germany

ISBN 978-313-131972-2

1 2 3 4 5

Vorwort

Das Lernverhalten im Medizinstudium wird stark durch das Prüfungssystem geprägt. So hat die Einführung des zentral-schriftlichen Physikums vor 30 Jahren dazu geführt, dass die Lösungstechnik der ausschließlich zugelassenen MC (multiple choice)-Fragen stark – zu stark – in den Mittelpunkt der Lernbemühungen rückte. Für das richtige Setzen der Kreuzchen bei fünf vorgegebenen Formulierungen reicht oft schon ein relativ oberflächliches Wissen, zumal es zum Bestehen genügt, rund 50% der Fragen richtig zu lösen. So hat sich nach der Approbationsordnung von 1970, mit der die mündliche Prüfung völlig abgeschafft wurde, bald die Erkenntnis durchgesetzt, dass das Übergewicht der MC-Prüfung die Lernmotivationen negativ beeinflusst. Es war deshalb nur konsequent, dass mit den folgenden Novellierungen schrittweise wieder ein mündlicher Prüfungsteil in das Physikum eingegliedert wurde. Mit der Approbationsordnung von 2002 wurde das Gewicht der mündlichen Prüfung weiter verstärkt. Ich habe es deshalb sehr begrüßt, dass sich der Thieme-Verlag ent-

schlossen hat, die Schwerpunktverschiebung im Lernverhalten mit einer Arbeitsheftreihe zu fördern, die das „aktive Lernen“ unterstützen soll. Für das ärztliche Handeln hilft letztlich nur das Wissen, das in aktiver Auseinandersetzung verstehend erworben wurde. Um hier dem Lernenden eine Rückkopplung über seinen Erfolg zu geben, ist die aktive Auseinandersetzung mit Diagrammen besonders wichtig. Eine solche Form des aktiven Lernens ist auch die optimale Vorbereitung für die mündliche Prüfung, wobei die Diskussion des Arbeitsheftes in einer kleinen Gruppe sehr nützlich sein kann.

Der Bitte des Thieme-Verlages, die Erstellung eines Arbeitsheftes Physiologie zu übernehmen, bin ich aus den oben genannten Gründen gern gefolgt. So erfährt die Vorbereitung für die mündliche Prüfung die längst notwendige Ergänzung und in Kombination mit der „Schwarzen Reihe“, die die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung zum Ziel hat, liegt nun eine optimale Prüfungsvorbereitung vor. Für die 2. Auflage wurde das Heft überarbeitet und um einige Inhalte, die in den jüngeren Exa-

mensterminen stärkere Beachtung erfahren haben, ergänzt.

Für die großzügige Förderung bei der Gestaltung des Heftes bin ich dem Georg Thieme Verlag sehr dankbar, wobei ich die Verdienste von Frau Dr. Petra Fode besonders hervorheben möchte. Herr Michael Krieger hat als studentischer Lektor mitgewirkt und viele nützliche Anregungen beigesteuert.

Für die Studierenden hoffe ich, dass das Heft ihnen nicht nur hilft, das Examensziel zu erreichen, sondern auch auf dem weiteren Weg zum Arzt hilfreich ist!

Marburg, im April 2009
Klaus Golenhofen

Inhalt

Seiten Kapitel

Zellphysiologie und Erregung	6 – 8	1
Blut und Immunsystem	9 – 12	2
Herz	13 – 19	3
Blutkreislauf	19 – 21	4
Atmung	22 – 26	5
Arbeits- und Leistungsphysiologie	27	6
Ernährung, Verdauungstrakt, Leber	28 – 30	7
Energie- und Wärmehaushalt	31 – 36	8
Wasser- und Elektrolyt-haushalt, Nierenfunktion	37 – 44	9
Hormonale Regulationen	44 – 49	10
Sexualentwicklung und Reproduktionsphysiologie	50 – 52	11
Funktionsprinzipien des Nervensystems	52 – 54	12
Muskulatur	54 – 56	13
Vegetatives Nervensystem	57 – 58	14
Motorik	58 – 61	15
Somatoviszzerale Sensorik	62 – 63	16
Visuelles System	63 – 65	17
Auditorisches System	66 – 67	18
Chemische Sinne	67 – 68	19
Integrative Leistungen des Zentralnervensystems	69 – 70	20

Lösungen

ab Seite 71



Zellphysiologie und Erregung

Stofftransport

[1] Das **Ficksche Diffusionsgesetz** beschreibt den passiven Stofftransport per Diffusion pro Zeit durch eine Membran. Ergänzen Sie die Formel für das Diffusionsgesetz, indem Sie die Austauschfläche F , die Membrandicke d und die Konzentrationsdifferenz Δc eintragen (D = Diffusionskoeffizient):

$$\dot{M} = D \cdot \underline{\hspace{2cm}}$$

[2] Bei einem **Diffusionstransport durch eine Membran** von Kompartiment A in Kompartiment B wird die Membranfläche verdoppelt und die Konzentrationsdifferenz des diffundierenden Stoffes verdreifacht. Um welchen Faktor ändert sich die Transportrate?

[3] Die intrazelluläre Flüssigkeit unterscheidet sich deutlich von der Zusammensetzung der extrazellulären Flüssigkeit. Zum Erreichen dieses Ziels verfügt die Zellmembran über **aktive Transportprozesse**. „Aktiv“ heißt, dass für diesen Transport die Zufuhr von (3.1) notwendig ist. Ein primär-aktiver Prozess bezieht seine Energie aus (3.2), ein sekundär-aktiver Transport hingegen meistens aus (3.3).

[4] Für **aktive Transportprozesse** sind in der Zellmembran **spezialisierte Proteine** eingebaut. Diese nennt man (4.1). Sie besitzen eine Sättigungscharakteristik, d.h. der Transport ist nur bis zu einem (4.2) steigerungsfähig, bei dem alle verfügbaren (4.3) besetzt sind.

[5] Verbinden Sie die Kästchen zu insgesamt zwei sinnvollen und richtigen Aussagen zu **aktiven und passiven Transporten**:

Aktive Transportprozesse

Passive Transportprozesse

benötigen Energie

benötigen keine Zufuhr von Energie

und erfolgen „bergab“,

und erfolgen „bergauf“,

also entgegen einem Energiegradienten.

also entlang einem Energiegradienten.

Elektrische Phänomene an Zellen

[6] Die **Na⁺-K⁺-ATPase** ist für die charakteristische Ionenverteilung intra- und extrazellulär zuständig und befördert in einem Arbeitsgang (6.1) von innen nach außen und (6.2) von außen nach innen. Ist dieser Prozess elektrogen oder elektroneutral? (6.3)

[7] Bei der Diffusion geladener Teilchen (Ionen) durch eine Membran wirken **chemische Antriebskräfte** (Konzentrationsgradient) und **elektrische Antriebskräfte** (Potentialgradient). Dasjenige Membranpotential, bei dem chemische und entgegengerichtete elektrische Antriebskräfte im Gleichgewicht sind, nennt man (7.1).

- Beträgt der Konzentrationsgradient einwertiger Ionen 1:10, so errechnet sich nach der Nernst-Gleichung zum Erreichen eines Gleichgewichts eine Potentialdifferenz von (bei 30 °C)

(7.2).

Bei zweiwertigen Ionen benötigt man dazu eine Potenzialdifferenz von

(7.3).

- Bei einer Zelle betrage die intrazelluläre Na^+ -Konzentration 1,5 mmol/l und die extrazelluläre Na^+ -Konzentration 150 mmol/l. Wie groß ist dann das Na^+ -Gleichgewichtspotenzial (gemessen als

intrazelluläres Potenzial, gegenüber Null außen)? (7.4)

[8] Die für die **elektrische Erregung** von Zellen wichtigsten **Ionen** sind Na^+ , K^+ und Ca^{2+} . Tragen Sie für diese Ionen die Konzentrationen und Gleichgewichtspotenziale in die Tabelle ein (als gerundete Merkwerte, wie sie für erregbare Warmblüterzellen zutreffen, mit Zahlenwert und Einheit. Für Ca^{2+} -Ionen die freien Konzentrationen):

	Na^+	K^+	Ca^{2+}
extrazelluläre Konzentration			
intrazelluläre Konzentration			
Gleichgewichtspotenzial (als intrazelluläres Potenzial, gegenüber Null extrazellulär)			

[9] Das **Ruhepotenzial** eines Nerven liegt nahe beim Gleichgewichtspotenzial der

-Ionen (9.1). Nennen Sie den Grund hierfür?

(9.2)

[10] Wird ein Nerv mit einem schwachen (unterschweligen) depolarisierenden elektrischen Strom gereizt, so kommt es zu einer Reaktion des Nerven, die man als (10.1)

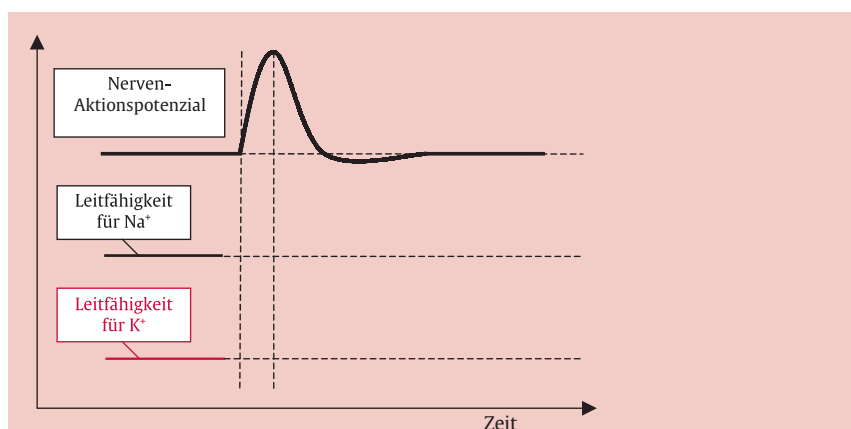
bezeichnet, weil die Reaktion (10.2).


Überschreitet der **depolarisierende Reiz** eine gewisse Schwelle, so entsteht

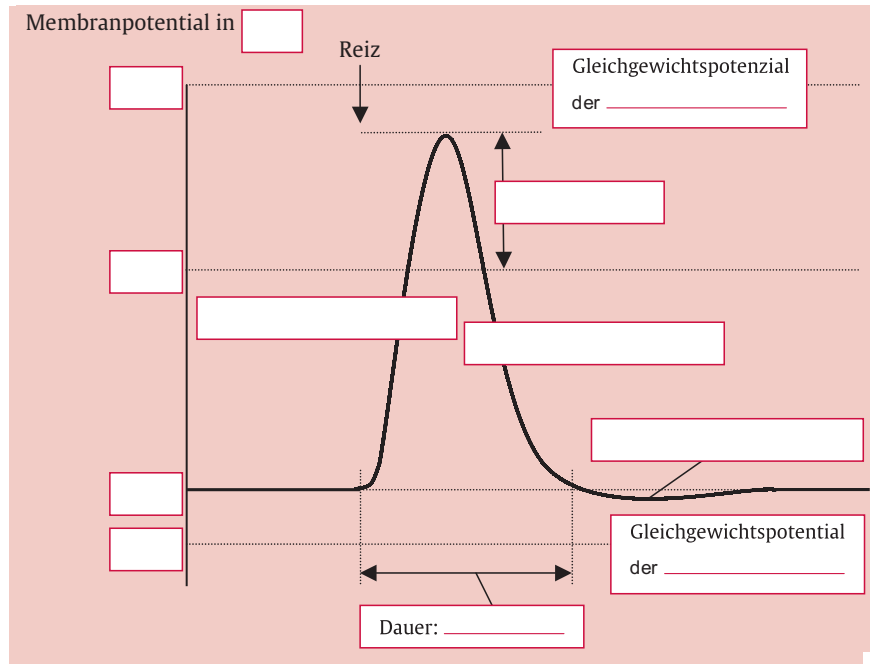
(10.3), das im Gegensatz zur unterschweligen

Reaktion (10.4).

[11] Im oberen Teil der Abb. ist der Verlauf eines **Nerven- Aktionspotenzials** dargestellt. Ergänzen Sie darunter zeitgerecht den Verlauf der **Leitfähigkeiten für Na^+ - und K^+ -Ionen**. →



[12] Die Abb. zeigt ein **Nerven-Aktionspotential** (schneller markhaltiger Nerv, intrazellulär gemessen). Tragen Sie in die freien Kästchen die richtigen Zahlenwerte, Einheiten und Begriffe ein. 



[13] Wird bei einem Nerven mit einem **elektrischen Reiz** ein Aktionspotential ausgelöst, so gibt es nach diesem ersten Reiz eine gewisse Zeit, in der ein zweiter Reiz, und sei er noch so stark, **keine neue Erregung** mehr auslösen kann. Diese Zeit heißt (13.1). Darauf folgt eine Zeit, in der der Nerv schlechter erregbar ist als unter Normalbedingungen. Diese Zeit nennt man (13.2). In dieser Zeit ist die Erregungsschwelle (13.3) und das ausgelöste Aktionspotential im Vergleich zum normalen Aktionspotential (13.4).

[14] Die höchste **Geschwindigkeit der Erregungsleitung**, die bei einem Warmblüternerven zu beobachten ist, beträgt etwa .

[15] Es gibt **marklose** (langsam leitende) und **markhaltige** (schnell leitende) **Nervenfasern**. Die Erregungsleitung in den markhaltigen Nerven nennt man (15.1). Erklären Sie, was bei dieser Erregungsfortleitung geschieht und welche Vorteile sich daraus ergeben:

(15.2)

[16] Die **Geschwindigkeit der Erregungsleitung im Nerven** wird bestimmt durch den inneren Längswiderstand des Axons R_{in} , den Membranwiderstand R_M und die Membrankapazität C_M . Wie müssen diese Größen verändert werden, wenn man eine **Zunahme** der Leitungsgeschwindigkeit erzielen will?

R_{in} : R_M : C_M :

Als Volumeneinheit bei Konzentrationsangaben sind bevorzugt Liter (l) zu verwenden.

Blut und seine Bestandteile

[1] Der **Normalwert des Blutvolumens** beträgt ca. _____ % (1.1) des Körpergewichtes. Das normale Blutvolumen bei einem Mann von 80 kg Körpergewicht beträgt demnach _____ (1.2).

[2] Für die **Bestimmung des Blutvolumens** wird das Indikator-Verdünnungsverfahren angewandt. Nennen Sie zwei geeignete Indikatoren:

--	--

[3] Einem Patienten werden 1,5 mmol eines für die **Bestimmung des Blutvolumens** geeigneten Indikators intravenös injiziert. Nach 15 min wird eine Blutprobe entnommen. Darin beträgt die Indikatorkonzentration 0,3 mmol/l. Berechnen Sie das Blutvolumen:

[4] Durch _____ (4.1) einer Blutprobe, die zuvor durch Zugabe von _____ (4.2) ungerinnbar gemacht wurde, kann man im Blut einen **Zellanteil** und einen **Plasmaanteil** differenzieren. Den Anteil der Blutzellen am Blutvolumen nennt man

_____ (4.3), der Normalwert beträgt _____ (4.4).

[5] Tragen Sie in die Tabelle zur **Zusammensetzung des menschlichen Blutes** die Normalwerte (Zahlenwerte und Einheiten) ein:

Erythrozytenkonzentration	♂	
	♀	
Hämoglobinkonzentration	♂	
	♀	
Leukozytenkonzentration (Normbereich)		
Thrombozytenkonzentration (Normbereich)		

[6] Der **Färbekoeffizient** (MCH, Hb_E) errechnet sich nach folgender Formel (Angabe der Größen in richtiger Beziehung):

$$\text{MCH} = \frac{\text{Hb}_E}{\text{Erythrozytenkonzentration}} \quad (6.1)$$

• Berechnen Sie den normalen Zahlenwert für MCH: _____ (6.2).

• Eine **hyperchrome Anämie** ist dadurch gekennzeichnet, dass _____ (6.3).